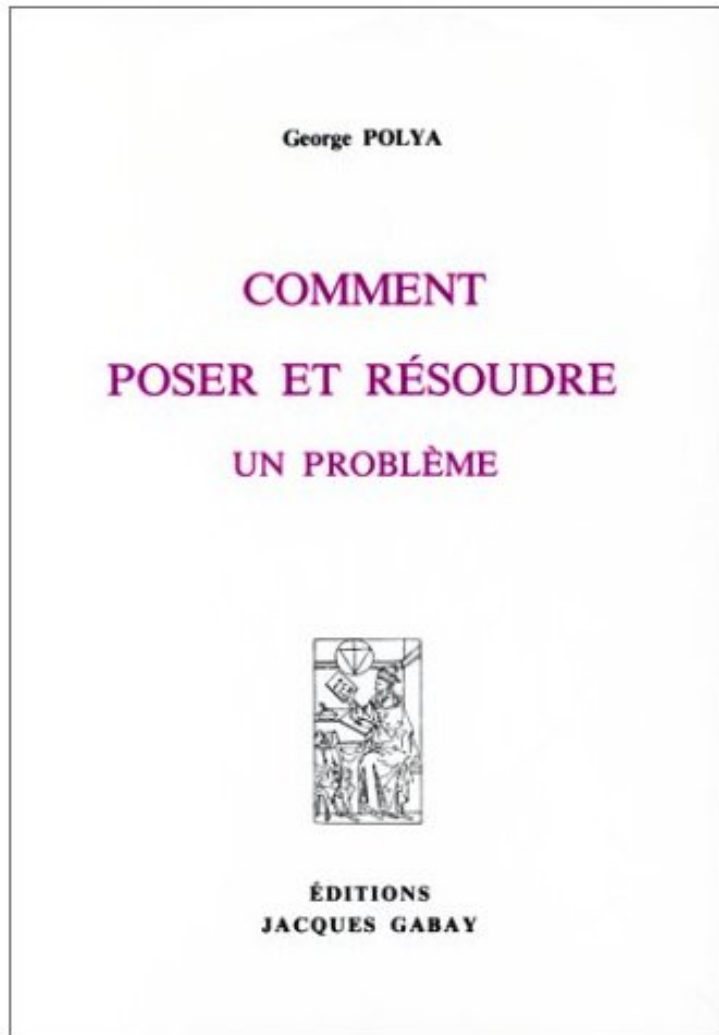


LA DÉMARCHE DE RÉOLUTION DE PROBLÈME

Jean-Michel Courty
Université Pierre et Marie Curie



Un problème est
une situation dans laquelle
on a **un but explicite** à atteindre
et pour laquelle
on ne voit pas immédiatement ce qu'il
faut faire

G. Polya, 1965

Mai 2014, Séance 6 - Module « Energie et entropie » - L1S2 PCGI (9ECTS)– 450 étudiants



Énoncé constitué d'une question :

Quelle est la température de l'eau quand les glaçons ont fondu ?

Une seule indication : les grandeurs thermodynamiques de l'eau

Les étudiants travaillent par **groupe de 4** durant **2h**

Un compte rendu par groupe à rendre en fin de séance



Tous les groupes commencent à travailler dès qu'ils ont l'énoncé.

Aucune question avant 30 minutes

La moitié des groupes termine le travail sans aide. Pour les autres, quelques indications sont nécessaires.

Un énoncé, plusieurs niveaux de résolution possible :
les groupes ont du travail pour 2h et finissent l'exercice à leur niveau

1 - S'appropriier le problème

Représenter la situation avec un schéma
Identifier les grandeurs, leur attribuer un symbole
Estimer les grandeurs inconnues.

2 - Développer une stratégie

Enoncer la loi physique pertinente

*Combien de ballons
faut-il pour faire
voler un homme ?*

Diagram and Variables:

- $\vec{P}_A$ (Poussée d'Archimède)
- $\vec{P}_A = \vec{P}_{ballons} + \vec{P}_{homme}$
- V_b Vol. d'un ballons
- m_b Masse d'un ballons
- V_{btot} Volume tot des ballons
- m_h : masse de l'Homme.
- $\vec{P} = \vec{P}_h + \vec{P}_{ballons}$
- $m_{moyen} : 10^5 \text{ kg}$
- $V_{moyen} : 10 \times 10 \times 2 : 600 \text{ m}^3$
- $98000 \text{ m}^3 = 98 \times 10^3 = 10^5$
- $n = 10^5 \cdot 1.2 \cdot 600$
- $2.81(1.2 \cdot 0.12) \cdot 0.05$
- 34904 ballons
- $P_h \cdot V_b$

Equations:

- $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$
- $\vec{P}_A + \vec{P} = \vec{0}$
- On projette sur g:
- $P_A - P = 0$
- $P_{air} V_{sys} g - m_{sys} g = 0$
- $P_{air} V_{sys} = m_{sys}$
- $P_{air} (n \cdot V_b - V_h) = m_h + n \cdot m_b$
- $P_{air} n V_b + P_{air} V_h - n m_b = m_h$
- $n (P_{air} V_b - m_b) = m_h - P_{air} V_h$
- $n = \frac{m_h - P_{air} V_h}{V_b (P_{air} - m_b)}$
- $n = 10^5 \cdot 1.2 \cdot 600$
- $2.81(1.2 \cdot 0.12) \cdot 0.05$
- 34904 ballons

Calculs:

- $V_b = \frac{4\pi r^3}{3}$
- $P_{air} = 1.2 \text{ kg/m}^3$
- $m_h = 80 \text{ kg}$
- $V_h = 0.12 \text{ m}^3$
- $V_b = 2.81 \text{ m}^3$
- Si la l'image, on voit le ballon comme une sphère parfaite de diamètre égale à la taille d'un homme moyen
- Pour le volume d'un homme on l'associe à un pavé droit
- $m_b = m_{moyen} + m_{ballon}$
- $= 0.050 + 0.17 \times 2.81$
- $= 0.53 \text{ kg}$

3 - Exécuter la stratégie

Calcul analytique, puis numérique

4- Valider le résultat.

Comparer le résultat avec la photographie

S'approprier le problème.	Faire un schéma modèle. Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole. Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées. Relier le problème à une situation modèle connue.
Établir une stratégie de résolution (analyser).	Décomposer le problème en des problèmes plus simples. Commencer par une version simplifiée. Expliciter la modélisation choisie (définition du système, ...). Déterminer et énoncer les lois physiques qui seront utilisées.
Mettre en œuvre la stratégie (réaliser).	Mener la démarche jusqu'au bout afin de répondre explicitement à la question posée. Savoir mener efficacement les calculs analytiques et la traduction numérique. Rédiger la solution trouvée afin d'expliquer le raisonnement et les résultats. ...
Avoir un regard critique sur les résultats obtenus (valider).	S'assurer que l'on a répondu à la question posée. Vérifier la pertinence du résultat trouvé, notamment en comparant avec des estimations ou ordres de grandeurs connus. Comparer le résultat obtenu avec le résultat d'une autre approche (mesure expérimentale donnée ou déduite d'un document joint, simulation numérique, ...). Étudier des cas limites plus simples dont la solution est plus facilement vérifiable ou bien déjà connue.

2008 - 2012 : Création, expérimentation : compétences et progression

Module « Energie ». L1 UPMC. Doubles cursus. 60 étudiants – 3 groupes

2011 – 2012 : Structuration, formalisation : évaluation des étudiants

Préparation et sélection aux Olympiades Internationales de Physique

Groupe de travail pour les nouveaux programmes de CPGE

2013 - ... : Déploiement : Convaincre et motiver les collègues.

Module « Energie et Entropie ». L1 UPMC. Parcours PCGI

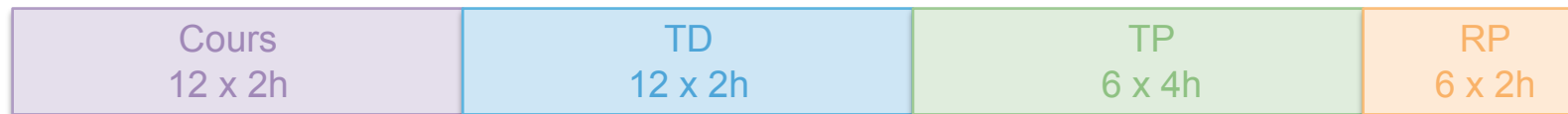
Hydro (Statique + Bernouilli) – Thermo (1^{er} et 2nd ppe, diffusion)

450 étudiants, 3 amphi, 15 groupes TD + 3 sections renforcées

Conception du module centrée sur les apprentissages

Que souhaite-t-on demander aux étudiants à l'issue du module ?

Cours – TD – TP – RP sont conçus en même temps.

**2014 - ... : Dissémination. Consolider et poursuivre l'apprentissage**

Module « Energie et Entropie ». Licence Physique L2 UPMC.

Module « Electromagnétisme ». Licence Physique L2 UPMC.

Terminale S - Spécialité

Il ne s'agit donc pas pour lui de suivre les étapes de résolution qui seraient imposées par la rédaction d'un exercice, mais d'imaginer lui-même une ou plusieurs pistes pour répondre à la question scientifique posée.

Projet de programme CPGE

Dans l'acquisition de l'autonomie, la « résolution de problème » est une activité intermédiaire entre l'exercice cadré qui permet de s'exercer à de nouvelles méthodes, et la démarche par projet, pour laquelle le but à atteindre n'est pas explicite.

Il s'agit pour l'étudiant de **mobiliser ses connaissances, capacités et compétences afin d'aborder une situation dans laquelle il doit atteindre un but bien précis, mais pour laquelle le chemin à suivre n'est pas indiqué.**

.....

L'objectif à atteindre doit être clairement donné et le travail porte sur la démarche à suivre, l'obtention du résultat et son regard critique.

Pour la formation en physique

Pour les étudiants

Pour les enseignants

Développer les compétences spécifique à la résolution de problème

Des compétences essentielles dans la formation d'un physicien mais qui ne sont pas développées dans les autres activités

Donner plus de sens aux contenus (ajouter de la chair au squelette)

Equilibrer l'aspect formaliste et mathématique de l'enseignement

Montrer que la physique est une science de la nature (et non pas le monde spécial du physicien) en abordant des situations authentiques

Travailler l'aspect quantitatif

un objectif précis : répondre à la question « combien ? » pour mieux comprendre le pourquoi et le comment

Mobiliser les connaissances et montrer qu'elles sont opérationnelles

Mettre la physique en action. Montrer que l'on peut effectivement faire de la physique et obtenir des résultats pertinents sur des situations intéressantes sans attendre Bac+5

Pour des étudiants plus actifs qui prennent le temps de réfléchir

Face à une génération du zapping qui veut tout tout de suite, proposer une activité qui nécessite de prendre son temps.

Travailler en profondeur plutôt que balayer un large spectre

Favoriser l'autonomie dans les apprentissages

Mener une tâche de A à Z

Ils ne peuvent pas attendre de solution de l'enseignant

Ils doivent s'assurer par eux même de la pertinence de leurs résultats

Enseigner à des publics hétérogènes : de la physique pour tous

Les situations physiques proposées se prêtent à une première résolution rapide abordable par tous qui peut ensuite être affinée par étapes par les plus rapides. Chaque groupe est en mesure de résoudre le problème complètement « à son niveau ».

Plus difficile parce que le chemin n'est pas indiqué. Mais le gain est qu'il n'y a pas obligation à se conformer à un seul schéma de réflexion.

Redonner du sens à l'enseignement en travaux dirigés

L'enseignant n'est pas là pour copier au tableau un corrigé déjà rédigé

Prendre plaisir à faire de la physique et à voir des étudiants prendre ce plaisir

La pédagogie active pour tous : évoluer dans sa pratique

Donner du sens à ce qui est demandé aux étudiants.

Le retour des étudiants est très positif sur la nature de ce qui leur est demandé en TD et en RP. Ils sont sensible à l'aspect « concret » et « non artificiel » des situations physiques étudiées.

Favoriser l'autonomie dans les apprentissages.

Les étudiants travaillent en séance et sont actifs. Cette attitude se prolonge en TD.

Au bout de 6 séances, la démarche est intégrée, les étudiants sollicitent très peu les enseignants tout le début de la séance.

La méthode d'approche d'un exercice proposée permet à un bon nombre d'étudiants de ne plus rester « secs » et leur permet de démarrer la résolution.

Enseigner à des publics très hétérogènes.

Tous les étudiants y trouvent leur compte, notamment les plus faible qui estiment que « *cela leur apprend à réfléchir* » et les meilleurs, qui trouvent les problèmes « *intellectuellement stimulants* ».

Si les étudiants ont été déstabilisés au début et trouvent cet exercice difficile, ils sont très motivés par cette approche et souhaitent pour la plus grande majorité poursuivre la résolution de problème en L2.

Les enseignants, inquiet pour une grande partie avant le début ont été très vite rassurés et apprécient cette approche qui change leur rapport aux étudiants.

JM : Besoin de savoir pourquoi on fait ce qu'on fait

La physique pour tous

Once we agree to teach physics for all, we have to create classroom lessons that can both interest and challenge all students, including students with poor math skills as well as high math achievers.

« Physics for All: From Special Needs to Olympiads." Eisenkraft, Arthur. American Journal of Physics 78, no. 4 (2010): doi:10.1119/1.3293130.

Former les esprits

My experience in my introductory physics course was powerful. The specific problem-solving tools I learned that semester have been extremely beneficial in subsequent courses

"Journey Into Problem Solving: A Gift From Polya."Lederman, Eric. The Physics Teacher 47, no. 2 (2009): doi:10.1119/1.3072455.